

공개특허 2002-0092292

(19) 대한민국특허청 (KR)  
(12) 공개특허공보 (A)

(51) . Int. Cl. <sup>7</sup>  
H01M 8/04

(11) 공개번호 2002-0092292  
(43) 공개일자 2002년12월11일

(21) 출원번호 10-2002-0068602  
(22) 출원일자 2002년11월06일

(71) 출원인 최문창  
서울 금천구 가산동 345-9 SK 트윈테크 A-806  
(72) 발명자 최문창  
서울 금천구 가산동 345-9 SK 트윈테크 A-806  
베르로상바르탄  
하리코프61002크라즈노즈마네나야7/9-43

심사청구 : 있음

(54) 연료전지 시스템

요약

본 발명은 탱크내의 수소를 공급받아 팽창시킨 후 이를 연료전지의 양극으로 공급하는 팽창 수단과; 상기 탱크와 상기 팽창장치 사이에 설치된 교축 수단과; 상기 팽창 장치로부터 팽창된 수소와 대기 중의 산소를 공급받아 이들 열교환하여 이들 각각 연료전지 및 압축수단으로 공급하는 제 1 열 교환기와; 상기 제 1 열교환기로부터 공급된 산소를 포함한 공기를 압축하여 산소를 포함한 공기의 압력을 더욱 높이는 압축수단과; 상기 압축수단으로부터 압축된 산소를 포함하는 공기 및 상기 제 1 열 교환기로부터 직접공급된 수소를 열교환하여 상기 수소를 양극에 공급하고, 상기 산소를 포함한 공기를 음극으로 공급하여 기전력을 발생시키는 연료전지와; 상기 연료전지로부터 발생된 기전력을 상기 압축수단으로 공급하여 상기 압축수단을 구동시켜주는 동력원으로 이용되는 배터리; 및 상기 팽창수단에 의한 수소 팽창에너지들 생성하여 이들 상기 배터리로 공급하는 발생수단;을 포함한 연료전지 시스템을 제공함으로써 고효율의 실현이 가능하게 된다.

대표도  
도 3

색인어  
연료전지, 임펠러, 터빈, 열교환기

명세서

공개특허 2002-0092292

## 도면의 간단한 설명

도 1은 종래 연료전지 시스템의 제 1 실시예를 나타내는 도면이며,  
 도 2는 종래 연료전지 시스템의 제 2 실시예를 나타내는 도면이며,  
 도 3은 본 발명에 의한 연료전지 시스템의 제 1 실시예를 나타내는 도면이며,  
 도 4는 본 발명에 의한 연료전지 시스템의 제 2 실시예를 나타내는 도면이며,  
 도 5는 본 발명에 의한 연료전지 시스템의 제 3 실시예를 나타내는 도면이다.

## &lt;도면의 주요부분에 대한 부호의 설명&gt;

1, 11, 21 : 교축수단 2, 12, 22 : 가스 정압 배어링  
 3a, 3b, 13, 23 : 팽창수단 4, 14 : 발생기  
 5, 15, 25 : 제 1 열교환기 6a, 16a, 26a : 제 1 임펠러  
 6b, 16b, 26b : 제 2 임펠러 26c : 제 3 임펠러  
 7, 17, 27 : 제 2 열교환기 8, 18, 28 : 연료전지  
 9, 19, 29 : 배터리 10, 20, 30 : 모터

## 발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

## 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 전류 발생 장치에 관한 것으로서, 특히 산소와 수소를 이용하는 연료전지에 관한 것이다.

일반적으로 연료전지는 연료가 산화 반응을 일으키는 동안 방출되는 에너지를 바로 전류의 형태로 이용 가능하게 만드는 장치로서, 이러한 연료 전지의 원리는 100여년 전에 이미 확립되었지만, 최근에 와서야 비로소, 합리적이며 효율적인 연료 전지의 구성이 가능해지게 되었고, 운송 수단의 추진용을 비롯한 많은 용도에서 전류를 발생시키기 위해 실용화되고 있다.

상기 연료전지에서 사용되는 산소와 수소는 각각 양극과 음극에서 화학 반응을 일으켜 기전력을 공급하게 되는데, 산소는 일반적으로 대기로부터 취해지는 산소를 집속시켜 얻게 되며, 수소는 가압된 상태로 용기에 담겨지거나, 액화되거나, 화학적으로 결합된 상태로 사용하게 된다.

즉 상기 산소와 수소와 같은 반응물을 사용하기 적합한 상태의 압력 및 온도 하에서 연료전지로 공급하는 것이 중요한데, 예를 들면, 산소의 경우 분압이 높은 상태에서 공급되는 반면 수소 분압의 경우에는 일반적으로, 저장 용기 내에 존재하는 액체, 또는 고압가스 상태에서의 압력을 낮추어줌으로써 양측의 압력 및 온도를 비슷한 상태로 유지하여 연료전지로 공급하는 것이 요구된다.

따라서, 대기로부터 취해지는 산소의 분압을 대기압 보다 높이기 위하여 일반적으로 압축기가 사용되며, 수소의 경우에는 팽창된 형태로 만들기 위하여 제어기 밸브나, 터빈 등을 이용하게 된다.

공개특허 2002 0092292

이 때 상기 압축기를 작동시키기 위하여 동력원이 필요하며 터빈은 동작되면서 에너지가 방출된다.

이하 종래의 일반적인 연료전지 구성에 대하여 도면을 참조하여 설명하고자 한다. 도 1은 종래의 일반적인 연료전지의 구성을 나타내는 개략도로서, 전체 시스템은 도시된 바와 같이, 탱크에 저장된 고압 상태의 수소를 공급받아 팽창시킨 후 이를 연료전지의 양극으로 공급하는 터어빈(101)과, 대기 중의 공기로부터 산소를 공급받아 이를 압축시킨 후 고온, 고압의 상태에서 연료전지의 음극으로 공급하는 공기압축기의 임펠러(102)와, 상기 공급된 수소와 산소를 이용한 화학반응을 통해 기전력을 발생시키는 연료전지(103)로 구성된다.

그런데 상기 구성의 경우, 공기 압축기의 임펠러를 구동시키기 위한 동력 공급을 위하여 상기 임펠러의 축상에 설치되는 모터(105) 및 상기 모터를 구동하기 위한 배터리(104)가 보조적으로 사용되어야 하는 문제점을 안고 있다.

즉 상기 구성에서는 연료전지에 의해 발생된 기전력의 일부를 다시 임펠러를 구동시키기 위한 동력원으로 이용해야 하는 문제점으로 인하여 효율적인 연료전지를 얻을 수 없게 된다.

또한 도 1에 도시된 연료전지 시스템은 연료전지로 들어가는 수소 및 산소의 분압과 이에 따른 온도를 적절히 제어하지 못함으로 인해, 효율이 낮은 상태의 연료전지 구성을 나타내고 있다.

따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 도 2에 도시된 바와 같은 연료전지가 제안되기도 하였다.

도시된 바와 같이, 연료전지 시스템은 탱크에 저장된 액체 상태의 수소를 공급받아 팽창시킨 후 이를 연료전지의 양극으로 공급하는 구성에 있어서, 상기 팽창 장치는 상기 탱크와의 사이에 교축을 위한 트로틀링 밸브(207)를 구비하고 있으며, 상기 팽창장치로는 수소 팽창 에너지를 얻기 위한 제 1 터어빈(201)이 사용되며, 대기 중의 공기로부터 산소를 공급받아 이를 1단 압축시키는 것으로서 상기 제 1 터어빈의 팽창에너지에 의해 구동되는 동축 상의 공기압축기 제 1 임펠러(202) 및 상기 제 1 임펠러로부터 1단 압축된 공기를 2단 압축하여 고온, 고압의 상태에서 연료전지의 음극으로 공급하는 제 2 임펠러(203)와, 상기 공급된 수소와 산소를 이용한 화학반응을 통해 기전력을 발생시키는 연료전지(204)로 구성된다.

그런데 상기 구성에서 연료 전지는 막을 가로질러 산소와 수소를 배합함으로써 작동하며, 막의 양쪽에 위치한 두 전극 사이에 기전력 전위를 발생시키게 되는데, 이러한 공정은 열을 방출하게 되며, 상기 방열되는 배기 가스의 엔탈피는 터어빈 등에 사용하는 것이 가능한데, 이들에면 도시된 바와 같이 배기 가스를 이용하여 팽창시킴으로써 상기 제 2 임펠러(202)를 구동시키는 제 2 터어빈(206)의 이용이 가능한 것이다. 즉 상기 제 2 터어빈(206)에 의해 상기 제 2 임펠러(202)가 구동 가능한 것이며, 이 경우 연료전지로부터의 에너지 소모 없이, 보다 효율적으로 작동되는 연료전지 시스템을 구성하는 것이 가능해지게 된다.

그러나 상술한 바와 같은 구성의 경우, 각 터빈과 임펠러는 동일한 축에서 같은 속도로 회전하므로 연료전지로 들어가는 수소 및 산소의 분압과 이에 따른 온도를 적절히 제어하지 못하는 문제점은 여전히 남게 되며, 이로 인해 수소 및 산소의 온도 및 압력을 상호 유사한 수준으로 유지하는데에 어려움이 따르게 된다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 연료 전지의 양극 및 음극으로 각각 유입되는 수소 및 산소의 분압을 적정한 수준으로 유지하며 이에 따른 각 기체의 폴리트로픽 지수에 의한 온도를 상호 최적의 상태인 80℃ 정도로 유지하는 것이 가능하도록 하기 위하여 다단 압축되는 임펠러의 제공 및 이를 구동하기 위한 효율적인 수단을 제공함을 특징으로 한다.

공개특허 2002-0092292

## 발명의 구성 및 작용

본 발명에 의한 연료전지는 탱크에 저장된 액체 상태의 수소를 공급받아 팽창시킨 후 이들 연료전지의 양극으로 공급하는 팽창 수단과; 상기 탱크와 상기 팽창장치 사이에 설치된 교축 수단과; 상기 팽창 장치로부터 팽창된 수소와 대기 중의 산소를 공급받아 이를 열교환하여 상기 수소의 온도를 높이고 상기 산소를 포함한 공기의 온도를 낮춘 후 이들 각각 연료전지 및 압축수단으로 공급하는 제 1 열 교환기와; 상기 제 1 열교환기로부터 공급된 산소를 포함한 공기를 압축하여 산소를 포함한 공기의 압축과 온도를 높이는 압축수단과; 상기 압축수단으로부터 압축된 산소를 포함하는 공기 및 상기 제 1 열 교환기로부터 직접 공급된 수소를 열교환하여 상기 수소의 온도를 더욱 높여 상기 수소를 양극에 공급하고, 상기 산소를 포함한 공기의 온도는 상기 압축수단을 통과한 상태보다 낮고 상기 제 1 열교환기를 통과한 상태보다는 높은 상태로 유지하여 음극으로 공급하여 기전력을 발생시키는 연료전지와; 상기 연료전지로부터 발생된 기전력을 상기 압축수단으로 공급하여 상기 압축수단을 구동시켜주는 동력원으로 이용되는 배터리; 및 상기 팽창수단에 의한 수소 팽창에너지를 생성하여 이들 상기 배터리로 공급하는 발생수단;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 바람직한 실시를 위하여, 상기 팽창 수단은 상기 탱크 내로부터 교축 수단을 통과한 상태의 수소를 이용한 가스정압 베어링을 구비한 구동축을 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명의 바람직한 실시를 위하여, 상기 팽창 수단은 2단 팽창을 위하여 제 1 팽창 수단 및 제 2 팽창 수단을 포함하며 상기 제 1 및 제 2 팽창수단은 서로 직렬로 연결되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명의 바람직한 실시를 위하여, 상기 압축 수단은 2단 압축을 위하여 제 1 압축 수단 및 제 2 압축 수단을 포함하며 상기 제 1 및 제 2 압축수단은 동축으로 연결되어 있는 것을 특징으로 하며, 경우에 따라서는 3단 압축을 위하여 제 1 압축 수단, 제 2 압축 수단 및 제 3 압축수단을 포함하며 상기 제 1 및 제 2 압축 수단은 동축으로 연결되어 있으며, 나머지 제 3 압축 수단은 상기 팽창수단과 동축으로 연결되어 있는 것을 특징으로 한다.

아울러 본 발명의 바람직한 실시를 위하여, 상기 제 2 열교환기에 의해 열교환된 후 양극으로 공급되는 수소의 온도와, 상기 제 2 열교환기에 의해 열교환된 후 음극으로 공급되는 산소를 포함한 공기의 온도는 동일 대역인 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명의 더욱 바람직한 실시를 위하여, 상기 제 1 팽창 수단 및 제 2 팽창 수단 사이에는 상기 발생기가 동축으로 연결 설치되어 있는 것을 특징으로 한다.

또한 본 발명의 더욱 바람직한 실시를 위하여, 상기 제 1 압축 수단 및 제 2 압축 수단 사이에 동축으로 연결 설치되어, 상기 제 1 압축 수단 및 제 2 압축 수단의 구동축을 구동시키는 모터를 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 배터리는 상기 압축 수단내의 상기 제 1 압축 수단 및 제 2 압축수단 사이의 구동축에 연결 설치된 모터를 구동시켜주는 것을 특징으로 한다.

아울러, 상기 압축수단으로부터 압축된 산소를 포함하는 공기 및 상기 제 1 열 교환기로부터 직접 공급된 수소를 열교환한 후 연료전지의 양극으로 공급되는 수소의 온도와 연료전지의 음극으로 공급되는 산소를 포함한 공기의 온도는 80℃ 근방인 것을 특징으로 한다. 참고로 연료전지의 효율은 공급되는 수소와 산소의 압력과 온도가 높을수록 높은 효율을 낼 수 있으나 내구성의 문제로 현재의 기술로는 연료전지로 공급되는 수소와 산소의 온도는 80℃ 이하, 그리고 압력은 2.5~3기압 이하로 제한을 받는다.

이하 첨부된 도면에 의해 본 발명에 의한 연료전지 시스템의 제 1 실시 예에 관한 구성 및 작동에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 3에 도시된 바와 같이, 수소는 액체, 또는 고압 가스 상태로 탱크에 저장된 것을 이용하게 되는데 이 때 수소의 온도를  $T_h$ 로 정의한다.

공개특허 2002-0092292

상기 수소는 연료전지의 양극에서 활발한 반응을 하도록 하기 위하여 교축수단(1)에 의해 교축하게 되는데 교축을 거친 온도를  $Th1$ 라 한다. 상기 교축과정 이후 일부 가스는 정압 배어링 (2)의 역할을 위하여 사용되며, 대부분은 수소 팽창을 하도록 팽창수단(3a, 3b)에 공급된다.

상기 팽창수단은 2단 팽창을 하도록 제 1 터어빈과(3a) 제 2 터어빈 (3b)로 구성되어 있으며 이들 사이에는 수소 팽창에 의해 발생된 에너지를 발생시키는 발생기 (4)가 동축으로 연결되어 있다. 상기 팽창과정을 거친 수소는 온도가 하강하여  $Th2$ 가 되는데 전술한 바와 같이  $Th1 > Th2$ 인 관계를 갖는다.

한편 산소는 순수한 분자 형태로 공급될 수도 있지만 우주선이나 잠수함에서 이용하는 극히 일부의 경우를 제외하고는 주로 대기중의 공기를 직접 사용하게 되기 때문에 압축 과정이 필요하게 되는데, 잘 알려진 바와 같이 압축기 임펠라의 압축효율을 높이기 위하여 압축 과정을 거치기 전에 열교환을 수행하여 상온 이하로 온도를 떨어뜨려 공급하는 것이 요구된다. 본 발명에서는 이를 위하여 제 1 열교환기 (5)를 이용하고 있으며, 상기 제 1 열교환기(5)에서는 상기 팽창수단(3a, 3b)을 통해 팽창된 온도  $Th2$ 의 수소와 상기 대기 중으로부터 공급된 온도  $Ta$ 의 산소를 열교환하여 상기 수소의 온도는  $Th3$ 로 상승시켜 주고 상기 대기로부터 공급되는 산소의 온도는  $Ta1$ 으로 하강시켜 주게 된다.

온도가 하강된 산소를 포함한 공기를 압축 수단으로 공급하여 압축하게 되는데, 본 발명의 제 1 실시 예에서는 제 1 임펠러 (6a)와 제 2 임펠러(6b)를 설치하여 2단 압축함으로써 원하는 압축비를 얻고 있다. 또한 전술한 바와 같이 상기 압축 과정을 거치는 동안 공기는 폴리트로픽 지수가 갖는 물리적 성질에 의해 온도가 상승하여 온도  $Ta3$ 를 있게 되고, 상기 온도가 상승된 산소를 포함한 공기는 연료전지의 음극으로 공급될 경우 너무 높은 온도 때문에 연료전지의 내부성이 나빠지게 되는 원인이 되므로 이를 방지하기 위하여 제 2 교환기 (7)을 거치게 된다. 상기 제 2 열교환기 (7)에서는 상기 제 1 열교환기 (5)를 통과한 온도  $Th3$ 의 수소와 상기 온도  $Ta3$ 의 산소를 포함한 공기가 열교환을 수행하여 상기 수소는 온도가 약간 상승된  $Th4$ 의 수소를 있게 되며, 상기 공기는 온도가 약간 하강된  $Ta4$ 가 되는데, 이 때 상기 온도 사이에는 다음의 관계가 성립하게 된다.

$$Th4 = Ta4 - 80^{\circ}C$$

전술한 바와 같이, 열교환기를 거친 수소와 공기 (산소 포함)는 각각 연료전지(8)의 양극과 음극으로 공급되어 반응을 일으키게 된다. 연료전지의 반응에 의하여 발생된 기전력은 배터리 (9)에 모아지게 되는데, 이 중 일부가 상기 압축수단의 구동을 위하여 제공되는데, 제공된 구동력은 상기 압축수단(6a, 6b)들 사이에 동축으로 설치된 모터 (10)로 보내지게 된다. 일반적으로 사용되는 상기 압축수단의 동력원으로는 크게 다음의 세 가지 형태로 구분할 수 있는데, 그 첫 번째 방법으로 연료 전지의 전기적 출력의 일부로부터 동력을 빼내어 이를 다시 이용하는 형태가 있으며, 두 번째로는 상기 수소를 팽창시키는 과정에서 발생하게 되는 수소팽창에너지를 이용하는 것이 있다. 마지막으로 이용 가능한 형태는 연료전지에서 배출되는 배출가스를 이용하는 것으로서, 상기 배출가스를 팽창시켜 열게 되는데, 본 발명의 제 1 실시 예에서는 동력원으로서 상기 첫 번째 방법과 두 번째 방법을 이용하고 있는 것을 특징으로 한다.

또한 상기 팽창수단(3a, 3b)들의 수소 팽창에 의해 상기 발생기 (4)에서 생성된 에너지는 상기 배터리 (9)로 공급되어 배터리 효율을 상승시키는 작용을 하게 된다.

본 발명의 다른 실시예가 도 4에 도시되어 있다.

이하 첨부된 도면에 의해 본 발명에 의한 연료전지 시스템의 제 2 실시 예에 관한 구성 및 작동에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

공개특허 2002-0092292

도 4에 도시된 바와 같이, 수소는 액체, 또는 고압 가스 상태로 탱크에 저장된 것을 이용하게 되는 점은 제 1 실시 예에서와 동일하다. 이 때 수소의 온도를  $T_h$ 로 정의한다. 상기 수소는 연료전지의 양극에서 활발한 반응을 하도록 하기 위하여 교축수단(11)에 의해 교축하게 되는데 교축을 거친 온도를  $T_{h1}$ 라 한다. 상기 교축과정 이후 일부 가스는 정압 배어링(12)의 역할을 위하여 사용되며, 대부분은 수소 팽창을 하도록 팽창수단인 터빈(13)에 공급된다. 상기 터빈의 수소 팽창에 의해 발생된 에너지를 발생시키는 발생기(14)가 동축으로 연결되어 있다. 상기 팽창과정을 거친 수소는 온도가 하강하여  $T_{h2}$ 가 되는데 전술한 바와 같이  $T_{h1} > T_{h2}$ 인 관계를 갖는다.

한편 산소는 대기중의 공기를 직접 사용하게 되는 점은 제 1 실시 예에서와 같으며, 압축기 임펠라의 압축효율을 높이기 위하여 압축 과정을 거치기 전에 열교환을 수행하여 상온 이하로 온도를 떨어뜨려 공급하는 것이 요구된다. 본 발명에서는 이를 위하여 제 1 열교환기(15)를 이용하고 있으며, 상기 제 1 열교환기(15)에서는 상기 팽창수단인 터빈(13)을 통해 팽창된 온도  $T_{h2}$ 의 수소와 상기 대기 중으로부터 공급된 온도  $T_a$ 의 산소를 열교환하여 상기 수소의 온도는  $T_{h3}$ 로 상승시켜 주고 상기 대기로부터 공급되는 산소의 온도는  $T_{a1}$ 으로 하강시켜 주게 된다.

온도가 하강된 산소를 포함한 공기를 압축 수단으로 공급하여 압축하게 되는데, 본 발명의 제 2 실시 예에서는 제 1 임펠러(16a)와 제 2 임펠러(16b)를 설치하여 2단 압축함으로써 원하는 압축비를 얻고 있다. 또한 전술한 바와 같이 상기 압축 과정을 거치는 동안 공기는 폴리트로픽 지수가 갖는 물리적 성질에 의해 온도가 상승하여 온도  $T_{a3}$ 를 얻게 되고, 상기 온도가 상승된 산소를 포함한 공기는 연료전지의 음극으로 공급될 경우 연료전지의 내부성이 나빠지게 되는 원인이 되므로 이를 방지하기 위하여 제 2 교환기(17)를 거치게 된다. 상기 제 2 열교환기(17)에서는 상기 제 1 열교환기(15)를 통과한 온도  $T_{h3}$ 의 수소와 상기 온도  $T_{a3}$ 의 산소를 포함한 공기가 열교환을 수행하여 상기 수소는 온도가 약간 상승된  $T_{h4}$ 의 수소를 얻게 되며, 상기 공기는 온도가 약간 하강된  $T_{a4}$ 가 되는데, 이 때 상기 온도사이에는 다음의 관계가 성립하게 된다.

$$T_{h4} = T_{a4} = 80^{\circ}\text{C}$$

전술한 바와 같이, 열교환기를 거친 수소와 공기(산소 포함)는 각각 연료전지(18)의 양극과 음극으로 공급되어 반응을 일으키게 된다. 연료전지의 반응에 의하여 발생된 기전력은 배터리(19)에 보내지게 되는데, 이중 일부가 상기 압축수단의 구동을 위하여 제공되는데, 제공된 구동력은 상기 압축수단(16a, 16b)들 사이에 동축으로 설치된 모터(20)로 보내지게 된다. 일반적으로 사용되는 상기 압축수단의 동력원으로는 크게 다음의 세가지 형태로 구분할 수 있는데, 그 첫 번째 방법으로 연료 전지의 전기적 출력의 일부로부터 동력을 빼내어 이를 다시 이용하는 형태가 있으며, 두 번째로는 상기 수소를 팽창시키는 과정에서 발생하게 되는 수소팽창에너지를 이용하는 것이 있다. 마지막으로 이용 가능한 형태는 연료전지에서 배출되는 배출가스를 이용하는 것으로서, 상기 배출가스를 팽창시켜 얻게 되는데, 본 발명의 제 2 실시 예에서는 동력원으로서 상기 첫 번째 방법과 두 번째 방법을 이용하고 있는 것을 특징으로 한다.

또한 상기 터빈(13)의 수소 팽창에 의해 상기 발생기(14)에서 생성된 에너지는 상기 배터리(19)로 공급되어 배터리 효율을 상승시키는 작용을 하게 된다.

마지막으로 본 발명의 제 3 실시 예에 대하여 설명하고자 한다.

본 발명에 의한 연료전지의 제 3 실시 예는 도 5에 도시되어 있다.

공개특허 2002 0092292

도시된 바와 같이, 수소는 액체, 또는 고압 가스 상태로 탱크에 저장된 것을 이용하게 되는 점은 전술한 실시 예들과 동일하다. 이 때 수소의 온도를  $T_h$ 로 정의한다. 상기 수소는 연료전지의 양극에서 활발한 반응을 하도록 하기 위하여 교축수단(21)에 의해 교축하게 되는데 교축을 거친 온도를  $T_{h1}$ 라 한다. 상기 교축과정 이후 일부 가스는 정압 베어링(22)의 역할을 위하여 사용되며, 대부분은 수소 팽창을 하도록 팽창수단인 터빈(23)에 공급된다. 상기 터빈의 수소 팽창에 의해 발생된 에너지는 동축으로 연결된 임펠러를 구동시키는 점이 전술한 실시예들과는 다른 점이다. 상기 팽창 과정을 거친 수소는 온도가 하강하여  $T_{h2}$ 가 되는데 전술한 바와 같이  $T_{h1} > T_{h2}$ 인 관계를 갖는다.

한편 산소는 대기중의 공기를 직접 사용하게 되는 점은 전술한 실시예들과 같으며, 연료전지에서의 최적 효율을 얻기 위하여 압축 과정을 거치기 전에 열교환을 수행하여 상온 이하로 온도를 떨어뜨려 공급하는 것이 바람직하므로 요구된다. 본 발명에서는 이를 위하여 제 1 열교환기(25)를 이용하고 있으며, 상기 제 1 열교환기(25)에서는 상기 팽창수단인 터빈(23)을 통해 팽창된 온도  $T_{h2}$ 의 수소와 상기 대기 중으로부터 공급된 온도  $T_a$ 의 산소를 열교환하여 상기 수소의 온도는  $T_{h3}$ 로 상승시켜 주고 상기 대기로부터 공급되는 산소의 온도는  $T_{a1}$ 으로 하강시켜 주게 된다.

온도가 하강된 산소를 포함한 공기를 압축 수단으로 공급하여 압축하게 되는데, 본 발명의 제 3 실시 예에서는 제 1 임펠러(26a) 및 제 2 임펠러(26b) 외에 별도로 제 3 임펠러(26c)를 구비하게 된다. 상기 제 3 임펠러(26c)는 상기 터빈(23)과 동축으로 설치되어 상기 수소 팽창에 의한 에너지에 의해 구동되는 점이 특징이다. 따라서 3단 압축을 수행함으로써 원하는 압축비를 원활하게 얻을 수 있는 점이 본 발명의 제 3 실시예의 특징이라 하겠다. 전술한 바와 같이 상기 압축 과정을 거치는 동안 공기는 폴리트로픽 지수가 갖는 물리적 성질에 의해 온도가 상승하여 온도  $T_{a3}$ 를 얻게 되고, 상기 온도가 상승된 산소를 포함한 공기는 연료전지의 음극으로 공급될 경우 연료전지의 내구성이 나빠지게 되는 원인이 되므로 이를 방지하기 위하여 제 2 교환기(27)를 거치게 된다. 상기 제 2 열교환기(27)에서는 상기 제 1 열교환기(25)를 통과한 온도  $T_{h3}$ 의 수소와 상기 온도  $T_{a3}$ 의 산소를 포함한 공기가 열교환을 수행하여 상기 수소는 온도가 약간 상승된  $T_{h4}$ 의 수소를 얻게 되며, 상기 공기는 온도가 약간 하강된  $T_{a4}$ 가 되는데, 이 때 상기 온도사이에는 다음의 관계가 성립하게 된다.

$$T_{h4} = T_{a4} = 80^{\circ}\text{C}$$

전술한 바와 같이, 열교환기를 거친 수소와 공기(산소 포함)는 각각 연료전지(28)의 양극과 음극으로 공급되어 반응을 일으키게 된다. 연료전지의 반응에 의하여 발생된 기전력은 배터리(29)에 모아지게 되는데, 이중 일부가 상기 압축수단의 구동을 위하여 제공되는데, 제공된 구동력은 상기 압축수단(26a, 26b)들 사이에 동축으로 설치된 모터(30)로 보내지게 된다. 일반적으로 사용되는 상기 압축수단의 동력원으로는 크게 다음의 세가지 형태로 구분할 수 있는데, 그 첫 번째 방법으로 연료 전지의 전기적 출력의 일부로부터 동력을 빼내어 이를 다시 이용하는 형태가 있으며, 두 번째로는 상기 수소를 팽창시키는 과정에서 발생하게 되는 수소 팽창 에너지를 이용하는 것이 있다. 마지막으로 이용 가능한 형태는 연료전지에서 배출되는 배출가스를 이용하는 것으로서, 상기 배출가스를 팽창시켜 얻게 되는데, 본 발명의 제 3 실시예에서는 동력원으로서 상기 첫 번째 방법과 두 번째 방법을 이용하고 있는 것을 특징으로 한다.

특히 터빈(23)의 수소 팽창에 의한 에너지를 직접 제 3 임펠러(26c)에 연결시킴으로써, 상기 터빈(23)의 회전속도와 일치시키는 구성이 특징이 된다.

전술한 실시 예들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명한 것에 불과하고, 본 발명의 적용 범위는 이와 같은 것에 한정되는 것이 아니며 동일 사상의 범주 내에서 적절하게 변경 가능한 것이다.

공개특허 2002-0092292

## 발명의 효과

이상에서 상술한 바와 같이 본 발명은 연료 전지의 양극 및 음극으로 각각 유입되는 수소 및 산소의 분압을 적절한 수준으로 유지하며 이에 따른 각 기체의 폴리트로픽 지수에 의한 온도를 연료전지의 효율과 내구성을 고려해 상호 최적의 상태인 80℃ 정도로 유지하는 것이 가능하도록 하기 위하여 다단 압축되는 임펠러의 제공 및 이를 구동하기 위한 수단을 제공함으로써, 보다 고효율의 연료전지를 얻을 수 있는 효과가 있다.

## (57) 청구의 범위

## 청구항 1.

탱크에 저장된 액체 상태의 수소를 공급받아 팽창시킨 후 이를 연료전지의 양극으로 공급하는 팽창 수단과;

상기 탱크와 상기 팽창장치 사이에 설치된 교축 수단과;

상기 팽창 장치로부터 팽창된 수소와 대기 중의 산소를 공급받아 이들 열교환하여 상기 수소의 온도는 높이고 상기 산소를 포함한 공기의 온도는 낮춘 후 이들 각각 연료전지 및 압축수단으로 공급하는 제 1 열 교환기와;

상기 제 1 열교환기로부터 공급된 산소를 포함한 공기를 압축하여 산소를 포함한 공기의 압력과 온도를 더욱 높이는 압축수단과;

상기 압축수단으로부터 압축된 산소를 포함하는 공기 및 상기 제 1 열 교환기로부터 직접 공급된 수소를 열교환하여 상기 수소의 온도는 더욱 높여 상기 수소를 양극에 공급하고, 상기 산소를 포함한 공기의 온도는 상기 압축수단을 통과한 상태보다 낮고 상기 제 1 열교환기를 통과한 상태보다는 높은 상태로 유지하여 음극으로 공급하여 기전력을 발생시키는 연료전지와;

상기 연료전지로부터 발생된 기전력을 상기 압축수단으로 공급하여 상기 압축수단을 구동시켜주는 동력원으로 이용되는 배터리; 및

상기 팽창수단에 의한 수소 팽창에너지를 생성하여 이를 상기 배터리로 공급하는 발생수단; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 팽창 수단은 상기 탱크 내로부터 교축 수단을 통과한 상태의 수소를 이용한 가스정압 배어빙을 구비한 구동축을 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 팽창 수단은 2단 팽창을 위하여 제 1 팽창 수단 및 제 2 팽창 수단을 포함하며 상기 제 1 및 제 2 팽창수단은 서로 직렬로 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 제 1 팽창 수단 및 제 2 팽창 수단 사이에는 상기 발생기가 동축으로 연결 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 압축 수단은 2단 압축을 위하여 제 1 압축 수단 및 제 2 압축 수단을 포함하며 상기 제 1 및 제 2 압축수단은 동축으로 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.



공개특허 2002-0092292

## 청구항 6.

제 5항에 있어서, 상기 제 1 압축 수단 및 제 2 압축 수단 사이에 동축으로 연결 설치되어 상기 제 1 압축 수단 및 제 2 압축 수단의 구동축을 구동시키는 모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 청구항 7.

제 1항 또는 제 6항에 있어서, 상기 배터리는 상기 압축 수단내의 상기 제 1 압축 수단 및 제 2 압축 수단 사이의 구동축에 연결 설치된 모터를 구동시켜주는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 청구항 8.

제 1항에 있어서, 상기 제 2 열교환기에 의해 열교환된 후 양극으로 공급되는 수소의 온도와, 상기 제 2 열교환기에 의해 열교환된 후 음극으로 공급되는 산소를 포함한 공기의 온도는 동일 대역인 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

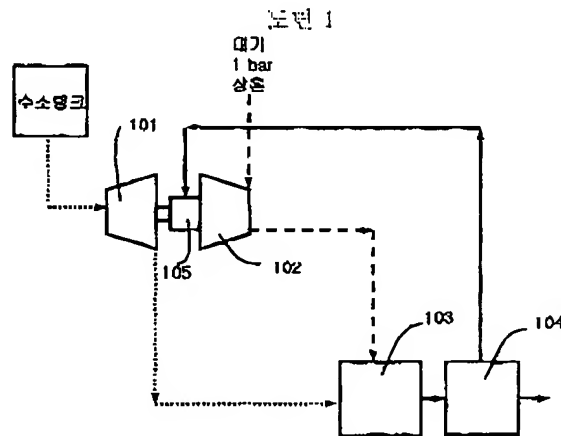
## 청구항 9.

제 8항에 있어서, 상기 온도는 80℃ 단방인 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 청구항 10.

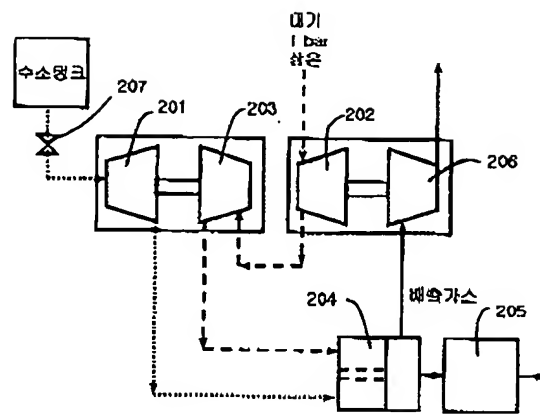
제 1항에 있어서, 상기 압축 수단은 3단 압축을 위하여 제 1 압축수단, 제 2 압축 수단 및 제 3 압축 수단을 포함하며 상기 제 1 및 제 2 압축 수단은 동축으로 연결되어 있으며, 나머지 제 3 압축 수단은 상기 냉각수단과 동축으로 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

## 도면

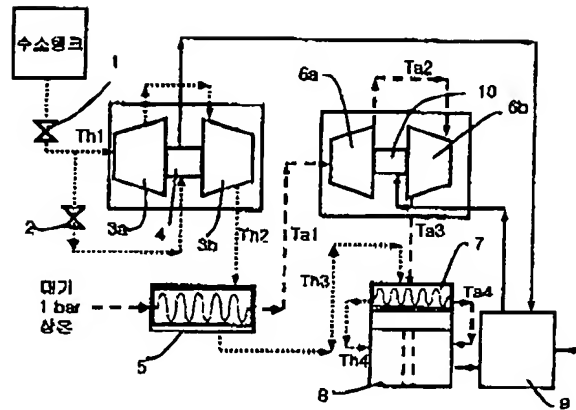


공개특허 2002-0092292

도면 2

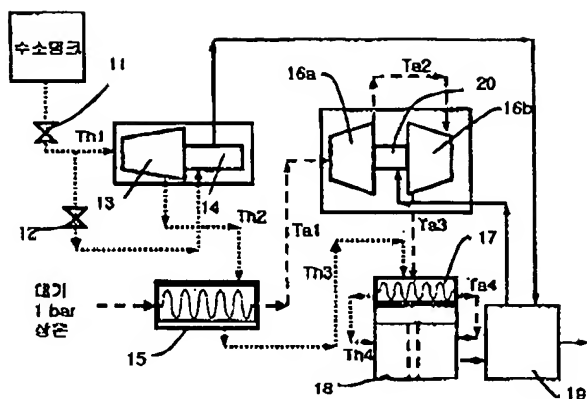


도면 3



공개특허 2002-0092292

١٤١٤ ١



22 5

